

УДК 338.242.2

И. Д. Тихоновская¹*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия***МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ СИСТЕМОЙ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
ЛОМОМ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Аннотация. В статье рассмотрено формирование методического подхода к управлению системой обеспечения российских металлургических предприятий ломом черных металлов. Целью подхода является определение показателей системы, к коим отнесены цены покупки лома конкретного металлургического предприятия за период, объем покупки лома за этот период, затраты на предпроездовственную подготовку, транспортные затраты, альтернативные затраты (затраты на вывод из оборота денежных средств, «замороженных» в запасах лома), в рамках заданного горизонта планирования. В процессе формирования методического подхода рассмотрено содержание организационно-методических аспектов реализации его этапов: 1) разработки модели прогнозирования цен на лом металлургического предприятия с учетом влияния внешней среды и 2) формирования алгоритма определения объема покупки лома черных металлов, включающего в себя покупку для текущего потребления и для пополнения запаса, с использованием прогнозных цен для целей планирования. В качестве критерия целесообразности внедрения разрабатываемого подхода выступает улучшение результата системы, выражаемого в показателе затрат на лом черных металлов, по сравнению с результатом существующего подхода к управлению системой. Практическая применимость подхода исследована путем расчетов по данным по поставкам лома на АО «ВТЗ» исходя из фактических цен покупки лома в 2015 г. По результатам расчетов сделан вывод о том, что покупка лома по предлагаемому скорректированному графику при условии выполнения планов в 2015 г. могла бы принести предприятию экономию затрат на лом в размере 53 млн руб. относительно утвержденного графика.

Ключевые слова: система; металлургическое предприятие; методический подход; планирование; лом черных металлов; модель прогнозирования; управление запасами; управление затратами; ограничение; внешняя среда.

Актуальность темы исследования

В наблюдаемый сегодня кризисный период развития российской экономики задача рационализации управления системой обеспечения ресурсами вышла для большинства отечественных промышленных предприятий на первый план. Предварительно проведенный обзор существующих на российских предприятиях черной металлургии систем ресурсообеспечения, в частности систем обеспечения ломом черных металлов², позволил выявить ряд проблем, связанных с реализацией планирования,

анализа и контроля показателей последней и повышающих риски незапланированного увеличения затрат на данный вид ресурсов.

¹ Тихоновская Ирина Дмитриевна – аспирант кафедры экономики и управления на металлургических предприятиях Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, ведущий аналитик ООО «ТМК ЧЕРМЕТ», г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); e-mail: TihonovskayaID@yandex.ru.

² Обзор проведен на предприятиях Трубной металлургической компании: ПАО «Северский трубный завод», АО «Волжский трубный завод», ПАО «Таганрогский металлургический завод»

В данной статье предлагается рассмотреть одну из основных, на наш взгляд, проблем, заключающуюся в принятии управленческих решений относительно основных плановых выходных показателей системы (объема и цен покупки лома) в отсутствии методической базы, которая зачастую подменена средними оценками, основанными на простой экстраполяции.

Актуальность данной работы подтверждается тем, что на российском рынке сейчас действует тридцать одно крупное металлургическое предприятие с годовым объемом выплавки стали более 350 тыс. т, использующее лом черных металлов в качестве сырья для выплавки стали. Общий объем потребления лома в натуральном выражении на территории РФ в год превышает 21 млн т, что в ценах 2015 г. составляет порядка 223 млрд руб. Стоимость лома превышает половину производственной себестоимости стали на предприятиях, использующих в качестве основной технологию выплавки в электропечах. Затраты на лом представляют особый интерес с точки зрения оптимизации. При этом, понимая особенности российского рынка лома черных металлов и его неблагоприятные тенденции развития, снизить данный показатель сможет только тот производитель, который применяет в своей деятельности максимально адаптивный формализованный подход к управлению системой обеспечения металлургических предприятий ломом черных металлов, использующий в качестве основы не только наивные методы, но также комплексные методы обработки количественных данных с использованием стохастических и детерминированных моделей.

Степень изученности и проработанности проблемы

Решение данной проблемы достаточно фрагментарно обозначено в литературе, что обусловлено спецификой экономической деятельности предприятий, связанной с за-

готовкой лома черных металлов. Отдельные аспекты рассматривались Е.М. Крюковой, К.А. Семченко, Р.В. Файзуллин, Д.Н. Лыкошевым, Н.Л. Удальцовой и др. В частности Е.М. Крюкова и К.А. Семченко в своих работах разработали инструментарий прогнозирования целевых показателей ресурсообеспечения металлургических комплексов вторичным сырьем (объема складских запасов лома и цены закупа лома), заключающийся в использовании метода множественной регрессии и метода Бокса – Дженкинса. К.А. Семченко также определила основные этапы создания системы прогнозирования целевых показателей ресурсообеспечения металлургических комплексов вторичным сырьем, их содержание и используемые методические приемы [1, 2]. В работе Р.В. Файзуллина разработан экономико-статистический инструментарий для получения модели прогнозирования цен на лом посредством метода анализа сингулярного спектра на период упреждения 20 дней [3]. Д.Н. Лыкошев исследовал принципы формирования цен на металлолом, рассматривая их с позиции согласования интересов предприятий смежных отраслей [4]. Труды Н.Л. Удальцовой посвящены разработке организационно-экономических механизмов функционирования сферы переработки вторичного сырья и направлены на совершенствование функционирования всей отрасли [5]. Т. Lis исследует способы минимизации затрат при комбинации различных видов металлолома с учетом цен и их влияние на показатели производственной системы предприятия [6]. P. Li и R. Kir исходят в своем исследовании из посылок к линейной и динамической оптимизации для планирования показателя объемов покупки лома в будущем периоде в условиях неопределенности спроса [7]. Высоко оценивая важность работ данных авторов, мы тем не менее отмечаем, что в управлении системой обеспечения металлургических предприятий ломом на данный момент от-

существует комплексный системный подход к планированию показателей, что приводит к росту затрат на производство продукции и снижению конкурентоспособности металлургической продукции.

Целью данной статьи является разработка методического подхода к определению показателей системы обеспечения ломом черных металлов в рамках заданного горизонта планирования для минимизации затрат на данный вид сырья. При этом критерием целесообразности внедрения и использования разрабатываемого подхода является улучшение результата системы, выражаемого в показателе затрат на лом черных металлов, по сравнению с результатом существующего подхода к управлению системой. В свою очередь, экономия затрат на лом будет способствовать снижению себестоимости выплавки стали и повышению конкурентоспособности продукции металлургических предприятий. Объектом исследования выступают российские металлургические предприятия, которые осуществляют выплавку стали в дуговых сталеплавильных печах. Возможно также практическое применение подхода на предприятиях, имеющих кислородно-конвертерное производство стали. Предметом исследования выступает система обеспечения данных предприятий ломом черных металлов.

Предлагаемые методы и подходы и их оригинальность (новизна)

Определим некоторые важные для данного исследования особенности предметной области. Покупка лома крупными металлургическими предприятиями осуществляется непрерывно (как правило, ежедневно), что доказывается данными по отгрузке лома из статистики железнодорожных перевозок. Предприятия осуществляют покупку лома, который можно разделить на лом для текущего потребления и для формирова-

ния страхового и сезонного (зимнего) запасов. Зимний запас – сезонный запас лома, создаваемый в летний и осенний период предприятиями, использующими в производстве лом черных металлов, для сглаживания сезонных колебаний во избежание остановки производства из-за несвоевременной поставки, либо недостаточного объема поставки лома в период зимнего снижения ломосбора. Остановка сталеплавильного производства из-за нехватки лома и последующее восстановление производства является дорогостоящим процессом и ведет к невыполнению производственных планов, во избежание чего создается зимний запас. Зимний запас металлолома формируется сверх страхового запаса.

Затраты на покупку лома для текущего потребления в общем случае напрямую зависят от текущих объемов потребности в ломе производственной системы предприятия. Для определения величины затрат на покупку лома для формирования запасов обратимся к теории логистики, где сформирована следующая классификация затрат на управление запасами: 1) затраты на создание и 2) затраты на хранение запасов. Затраты на пополнение запасов, т. е. расходы материальных, финансовых, информационных, трудовых и других видов ресурсов, необходимых для оформления и получения заказов, могут выделяться отдельно или быть объединены с затратами на создание запасов [8, 9]. В нашем случае затраты на создание запаса лома были осуществлены в первоначальный период деятельности металлургического предприятия, и на данный момент затраты, связанные с запасами, можно целиком отнести к затратам на пополнение. Более подробно вопрос состава затрат на пополнение запасов рассмотрен в [9, 10].

Опираясь на данные положения, а также собственные наблюдения, результат системы обеспечения металлургических

предприятий ломом черных металлов, обозначенный нами как сумма затрат на лом черных металлов с учетом затрат до момента доведения его до производственной системы-потребителя за период, определим как сумму следующих видов затрат:

1. Затраты на покупку лома за период (представляющие собой совокупность затрат на покупку для текущего потребления и для пополнения запаса).
2. Затраты на обслуживание лома до момента передачи его в производство (в том числе разгрузка, сортировка, хранение, передача в электросталеплавильный цех и др.).

Затраты на покупку лома за период, в свою очередь, определяются следующими показателями:

1. Цена покупки лома конкретного металлургического предприятия за период.
2. Объем покупки лома за период, который зависит от его текущей потребности в ломе черных металлов (потребность определяется плановыми объемами выплавки стали), нормативной величины запасов и необходимости пополнения или возможности использования накопленных запасов лома на складах предприятия.

Таким образом, затраты на покупку лома за период определяются по формуле (1):

$$C_{\text{пок}} = P \cdot Q, \quad (1)$$

где $C_{\text{пок}}$ – затраты на покупку лома черных металлов;

P – цена покупки лома средняя;

Q – объем покупки лома за период.

Основные затраты на обслуживание лома определяются следующими параметрами:

1. Затраты на приемку, хранение и передачу в производство (далее – затраты

на предпроизводственную подготовку). Более подробно составляющие затрат на хранения изложены в [9].

2. Транспортные затраты, т. е. затраты на доставку в случае, если доставка не входит в цену покупки лома.
3. Альтернативные затраты, т. е. затраты на вывод из оборота денежных средств, «замороженных» в запасах лома. Отделение этих затрат от затрат на предпроизводственную подготовку обусловлено их неявным характером, связанным с их определением исходя из стоимости «упущенных возможностей» при выборе конкретного варианта использования ресурса, в отличие от других видов затрат.

Стоимость обслуживания лома будет определяться по формуле (2):

$$C_{\text{обсл}} = C_{\text{пп}} + C_{\text{трансп}} + C_{\text{выв}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{пп}}$ – затраты на предпроизводственную подготовку лома;

$C_{\text{трансп}}$ – транспортные затраты;

$C_{\text{выв}}$ – затраты на вывод из оборота денежных средств.

Таким образом, итоговый показатель суммы затрат на лом черных металлов за период для металлургического производства будет определяться пятью основными показателями по формуле 3:

$$C_{\text{общ}} = P \cdot Q + C_{\text{пп}} + C_{\text{трансп}} + C_{\text{выв}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{общ}}$ – общие затраты на лом черных металлов.

Суть предлагаемого подхода к управлению системой обеспечения металлургических предприятий ломом черных металлов заключается в определении показателей системы в рамках заданного горизонта планирования и подразумевает решение следующих задач:

1. Разработать модель прогнозирования цен на лом металлургического пред-

приятия с учетом влияния внешней среды. Выбор конкретной модели прогнозирования предлагается осуществить на основе сравнительного анализа характеристик моделей прогнозирования и их результатов. Таким образом, будет обеспечено снижение угрозы риска неблагоприятных изменений внешней среды, связанных с неожиданными изменениями цен на рынке.

2. Сформировать алгоритм определения объема покупки лома черных металлов, включающего в себя покупку для текущего потребления и для пополнения запаса, с использованием прогнозных цен для целей планирования таким образом, чтобы максимально снизить итоговые затраты на лом. Результаты предлагается использовать в качестве основы для принятия управленческих решений, в частности формирования графика покупки лома на плановый период с учетом требований к пополнению запаса.

Комплекс обозначенных мероприятий предлагается объединить в методический подход к управлению системой обеспечения металлургических предприятий ломом черных металлов, который выступит одним из ключевых элементов данной системы. Таким образом будет решена обозначенная выше проблема формирования формализованного подхода к определению плановых показателей системы обеспечения металлургический предприятий ломом черных металлов.

Исходя из горизонта планирования объемов реализации готовой продукции на металлургическом предприятии, в данной статье в качестве планируемого периода будет рассматриваться один год. Не исключается возможность использования подхода для планирования показателей на более долгосрочный период.

Рассмотрим поэтапно решение обозначенных выше задач в рамках разрабатываемого методического подхода.

Прогнозирование цен на лом черных металлов металлургического предприятия

является первым этапом в совершенствовании рассматриваемой системы. Основной целью прогнозирования является определение цен на лом в будущем периоде и подготовка исходных данных для формирования графика покупки лома на металлургическом предприятии.

Перед описанием данного этапа обозначим некоторые особенности существующей системы обеспечения металлургического предприятия ломом черных металлов, выступающие, таким образом, граничными условиями применимости разрабатываемого подхода:

1. Цены покупки лома устанавливаются покупателем, т. е. самим металлургическим предприятием.

Система ценообразования на российском рынке стального лома выглядит следующим образом: металлургические заводы и комбинаты устанавливают целесообразный, на их взгляд, уровень цен на лом, исходя из потребностей производства и наличия остатков лома на складах, формируется цена покупки потребителя (для поставщика – цена продажи на завод или комбинат). С помощью цен потребители регулируют потоки сырья: невыполнение запланированных показателей ведет к увеличению закупочных цен на лом; перевыполнение, напротив, как правило, приводит к понижению цен [1].

Цена покупки лома, устанавливаемая потребителем, является следствием влияния различного рода факторов как внешних, так и внутренних. По мнению Д.Н. Лыкошева, цена на лом черных металлов «формируется под влиянием как производственных, так и многочисленных рыночных факторов. Их значение и влияние различно в зависимости от изменения составляющих экономической ситуации: уровня общественно необходимых затрат труда, качества, полезных свойств товаров и этапа их жизненного цикла, факторов,

определяющих соотношение спроса и предложения на рынке товаров» [4]. Данный факт отмечает также R. J. Damuth, выделяя следующие факторы воздействия на цены на лом: стоимость переработки, транспортировки, производство стали, видимое потребление стали, объем покупки лома, потребление железной руды, технологические изменения, экономические шоки и др. [11].

В определенные периоды времени сила влияния различных факторов на ценообразование может меняться. В качестве примера рассмотрим ситуацию, когда у металлургического предприятия отсутствуют заказы на готовую продукции, следовательно, у производственной системы предприятия нет потребности в сырье. В этом случае предприятие устанавливает «стоп-цены» – низкие цены, которые делают поставки лома в адрес данного предприятия невыгодными, что заставляет поставщиков перенаправить объемы в адрес других покупателей и тем самым ведет к снижению объемов поставки лома на данное предприятие. Таким образом, внутренний фактор потребности в ломе оказывает влияние на формирование цены покупки. В то же время спад производства из-за отсутствия спроса на готовую металлургическую продукцию может наблюдаться во всей отрасли. В таком случае основные потребители лома на рынке будут стремиться снизить цены покупки, чтобы уменьшить объемы отгрузки части поставщиков, несущих более высокие затраты на заготовку лома. Таким образом, внешний фактор спроса на рынке также влияет на устанавливаемые предприятиями цены.

2. Цены покупки лома конкретного металлургического предприятия, конкурирующего за лом на рынке, тесно взаимосвязаны с ценами на лом конкурентов на рынке.

На российском рынке поставщиков лома присутствует большое количество игроков – более 500. Их независимость и возможность

быстрой переориентации объемов лома в адрес другого покупателя, отсутствие долгосрочных соглашений, недифференцированность товара повышают уровень ценовой конкуренции среди покупателей лома, заставляя их устанавливать цены вслед за конкурентами, не принимая во внимание в определенных случаях некоторые внутренние факторы. Средний уровень закупочных цен на рынке выступает, таким образом, фактором, оказывающим существенное влияние на закупочные цены на лом отдельного металлургического предприятия.

Для обоснования тесноты взаимосвязи нами был рассчитан ряд статистических показателей по ценам на лом ряда российских металлургических заводов ежемесячно за 2014 год без учета предприятий, установивших «стоп-цены». Среднее значение цен (\bar{p}) составило 9088,57 руб./т, размах вариации (R) – 1066,67 руб./т, коэффициент вариации (V_p) по месяцам составил 3,8 %, среднее квадратическое отклонение (σ) – 351,29 руб./т. Мы видим, что величина коэффициента вариации является низкой ($< 20\%$) и говорит об однородности совокупности. При этом в пределах $[\bar{p}; \bar{p} \pm \sigma]$ находится 69 % наблюдений. Следовательно, 69 % рассмотренных цен отклонялись от среднего значения не более чем на 351,29 руб./т или 3,8 %.

Принимая во внимание то, что цены на лом различных металлургических предприятий являются статистически однородной совокупностью и большинство компаний отклоняются в ценообразовании от среднего уровня незначительно, для того чтобы понимать, каким образом в планируемом периоде будет изменяться цена покупки лома и принимать решение о наиболее выгодном периоде покупки лома черных металлов, при прогнозировании цен на лом металлургического предприятия необходимо обязательно учитывать внешние факторы, в частности прогнозируемую динамику цен на рынке. Таким образом, задача прогнозирования

цен на лом конкретного металлургического предприятия фактически сводится к прогнозированию цен на лом на рынке и определению возможности существенного отклонения цен предприятия от данного уровня из-за влияния внутренних факторов.

Обосновав необходимость прогнозирования цен на лом на рынке, перейдем к оценке конкретных моделей, которые, по нашему мнению, будут релевантны для прогнозирования рассматриваемого показателя, для чего проведем их сравнительный анализ на основе предварительно сформулированных определяющих критериев.

В современной статистической литературе существует большое количество различных классификаций методов прогнозирования. Под методом прогнозирования понимается совокупность приемов мышления, способов, позволяющих на основе анализа информации о прогнозном объекте вынести относительно достоверное суждение о будущем развитии этого объекта [12]. По характеру информации, на базе которой осуществляется прогноз, можно выделить следующие методы прогнозирования:

1. Качественные (также обозначенные в литературе как эвристические, экспертные или интуитивные).
2. Количественные (эконометрические, фактографические или формализованные).
3. Комбинированные.

Отметим, что ранее при прогнозировании цен на лом наиболее часто использовались экспертно-интуитивные методы. Применение количественных методов прогнозирования помогает нивелировать следующие недостатки интуитивных методов: отсутствие формализации с точки зрения процесса и полученного результата, субъективизм оценок, ограниченность эксперта своей предметной областью. Обратимся к статистическим моделям прогнозирования. Предварительно обозначим в качестве тре-

бования к исходным данным для всех видов рассматриваемых моделей однородность, сопоставимость и устойчивость.

Представляется целесообразным выделить следующие этапы выбора модели и прогнозирования показателя цен на лом на рынке:

1. Постановка задачи, выбор переменных и связей между ними, сбор необходимой информации.
2. Первоначальный выбор множества моделей прогнозирования на основе определяющих критериев.
3. Идентификация моделей и оценка по выборочным данным их коэффициентов.
4. Исследование качества выбранных моделей и окончательный выбор наилучшей из моделей.
5. Построение прогноза.
6. Содержательный анализ прогноза [13].

Среди обозначенных этапов наибольшие затруднения может вызвать второй этап, фактически представляющий собой выбор круга возможных для прогнозирования моделей. Для упрощения данного этапа предлагается осуществить сравнительный анализ моделей прогнозирования на основе определяющих критериев. При прогнозировании цен на лом на этапе выбора модели прогнозирования к определяющим предлагается отнести критерии, соответствие которым является необходимым для достижения цели прогнозирования. В частности, в данном исследовании к таковым предлагается отнести критерий периода упреждения модели.

Ко второй группе определяющих критериев выбора модели прогнозирования целесообразно отнести критерии, связанные с характеристиками модели прогнозирования, в частности:

1. Необходимость предварительного приведения исходного ряда к стационарному виду для моделирования.

2. Релевантность модели при прогнозировании ряда с неслучайными компонентами (тренд, сезонность, цикличность).
3. Минимально рекомендуемое количество уровней ряда для моделирования.

Рассмотрим основные модели экстраполяции, представленные в литературе и встроенные в пакеты прикладных статистических программ, по перечисленным критериям в табл. 1.

Таким образом, ориентируясь на представленные данные сравнительного анализа, можно осуществить первоначальный выбор модели. Далее необходимо выполнить третий этап и непосредственно сформировать модели прогнозирования показателя цен на лом на рынке. Окончательный выбор модели производится на основе критерия результатов прогноза, т. е. наиболее высоких показателей его качества. С результатами прогнозирования цен на лом на рынке можно ознакомиться в опу-

Таблица 1

Сравнительный анализ основных моделей прогнозирования

Группа моделей	Модель прогнозирования	Период упреждения*	Стационарность ряда	Релевантность при компонентах			Минимально рекомендуемое количество уровней ряда
				Тренд	Сезонность	Цикличность	
Адаптивные	Экспоненциальное среднее	К	-	-	-	-	7-10
	Модели Хольта и Брауна	К	-	+	-	-	7-10
	Модель Хольта – Уинтерса	К	-	+	+	-	7-10
Регрессионные	Парная регрессия	К, С	-	+	+	+	50-60
	Множественная регрессия	К, С, Д	-	+	+	+	Количество предикторов × 10-20
	Системы эконометрических уравнений	С, Д	-	+	+	+	Количество переменных × 10-20
Авторегрессионные	Модель Бокса – Дженкинса (ARIMA)	К, С	+/- ¹	+	+	+	50-60

*К – краткосрочный, С – среднесрочный, Д – долгосрочный прогноз.

бликованной ранее работе, где на основе множественной регрессии было осуществлено прогнозирование показателя, а также интерпретация показателей качества прогностической модели [14].

Для осуществления второго этапа методического подхода обозначим некоторые методические положения, которые будут способствовать дальнейшей разработке алгоритма определения плановых объемов в графике покупки лома. Так, в частности, предполагается, что:

1. Лом в графике, как это было обозначено выше, будет разделен на покупаемый для текущих нужд производства и покупаемый для пополнения запасов.

Определим эти параметры как покупку для нужд текущего производства и покупку для пополнения запаса.

2. Покупка для нужд текущего производства будет осуществляться непосредственно в тот месяц, в который лом будет потребляться, и будет определяться как планируемый объем выплавки стали, умноженный на нормативный расходный коэффициент лома на тонну стали, за вычетом оборотного лома, образующегося как отход непосредственно на самом металлургическом предприятии. Покупка для пополнения запаса будет обеспечивать поддержание двух видов запаса: страхового и сезонного (зимнего). При этом данная работа не ставит своей целью нормирование запасов предприятия, однако для целей исследования мы полагаем, что значение нормативного показателя запаса лома на складах на конец месяца можно будет определить как с помощью методик нормирования запасов, так и опираясь на ретроспективные данные. Необходимо отметить, что в современных условиях развития информационных технологий определение норматива запасов может быть внедрено в корпоративную информационную систему в контур управления запасами. Подробнее один из воз-

можных механизмов алгоритма адаптации методики внедрения нормирования запасов в КИС описан в работе [15].

Одним из основных критериев формирования графиков покупки того или иного вида ресурсов на производстве являются затраты. Металлургическое предприятие стремится к их минимизации. Поэтому мы считаем, что осуществлять покупку ресурса целесообразно в период наиболее низких цен. При этом если требуется повысить надежность системы снабжения или ожидается повышение стоимости сырья и материалов, то для предприятия допустимы повышенные затраты на хранение запасов [16]. Эти утверждения являются основополагающими для формирования алгоритма определения объемов покупки лома черных металлов. В частности, имея данные по прогнозу цен на лом на рынке, производственной потребности в ломе и целевых значениях по объемам складских запасов в рамках определенного горизонта планирования, мы можем определить, в какой период и в каких объемах осуществлять покупку лома, чтобы максимально снизить затраты. Для этих целей предлагается разработать алгоритм принятия решения, итогом применения которого явится график покупки лома на планируемый период.

Рассмотрим более подробно основные параметры (переменные) суммы затрат на покупку лома (транспортные затраты включены в цену покупки) в год:

1. Цены покупки, устанавливаемые на лом черных металлов конкретным металлургическим предприятием, с учетом доставки определяются исходя из модели прогнозирования (предполагается, что при нормальных условиях предприятие будет непрерывно конкурировать за рыночные объемы лома, вследствие чего цены предприятия будут соответствовать рыночным).

2. Планируемый годовой объем покупки лома является установленной производ-

ственной системой величиной. Запасы лома на складах предприятия (страховой и сезонный) являются определенными заранее параметрами исходя из принятых на предприятии методик нормирования запасов. Объем покупки лома в месяц, включающий в себя закупаемый для текущих нужд производства и закупаемый для формирования запасов, является исследуемой функцией.

3. Затраты на предпроизводственную подготовку носят различный характер. Затраты на приемку и доведение до производства в месяц являются переменными и зависят от объема покупки лома. За год их сумма не может быть оптимизирована, т. к. объем покупки лома в год является заранее определенной величиной. Затраты на хранение лома в копровом цехе фактически носят постоянный характер. Это обусловлено тем, что хранение лома не требует специальных условий и заключается в охране и освещении, таким образом не зависит от объема лома на складе цеха.

4. Альтернативные затраты, т. е. затраты на вывод из оборота денежных средства, замороженных за период захода лома в копровый цех до использования в производстве, фактически являются упущенной выгодой предприятия. Калькуляция данных потерь будет зависеть от того, закупается ли сырье за счет собственных или заемных средств. В первом случае показатель потерь можно определить как сумму покупки лома, умноженную на среднемесячную оборачиваемость оборотных средств, т. к. в противном случае имеется возможность использовать данные оборотные средства другим способом и получить прибыль. Во втором случае альтернативным способом использования денежных средств является погашение займа и экономия на процентах. Таким образом, величину потерь при использовании заемных средств можно определить как сумму покупки лома, умноженную на среднюю месячную ставку по кредиту.

Принципами разработки алгоритма выступают следующие утверждения:

1. Формирование сезонного запаса лома необходимо осуществлять в период наиболее низких цен на рынке.

2. В остальные периоды необходимо закупать лом для нужд текущего производства и для пополнения страхового запаса, если в какой-либо период он был израсходован.

Последовательность при решении задачи по минимизации затрат на лом черных металлов является следующей:

1. Производится расчет прогнозных цен с учетом стоимости вывода из оборота денежных средств на конец планируемого года. Таким образом, цена в определенный месяц может быть рассчитана по формуле (4):

$$p_{n \text{ прогн выв}} = p_{n \text{ прогн}} \left(1 + \frac{j}{100\%} \right)^{12-n}, \quad (4)$$

где $p_{n \text{ прогн выв}}$ – закупочная цена в определенный месяц планируемого года с учетом вывода из оборота денежных средств, руб./т;

$p_{n \text{ прогн}}$ – прогнозируемая закупочная цена в n -м месяце планируемого года, руб./т;

n – порядковый номер месяца (январь – 1, февраль – 2 и т. д.);

j – средняя месячная ставка оборачиваемости оборотных активов, либо средняя месячная ставка по кредиту, %.

2. По ценам с учетом стоимости вывода из оборота денежных средств проводится ранжирование от наименьшей к наибольшей величине по месяцам.

3. Помесячно определяются ограничения по объемам покупки. Характер ограничений может быть различным (исходя их максимальной доли рынка предприятия, площади складских помещений и т. п.). Более подробно вопрос ограничений для конкретного металлургического предприятия будет рассмотрен далее.

4. В первый по рангу месяц предполагается покупка максимального объема лома

на текущее потребление в рамках ограничений. Объем покупки фиксируется. Сумма покупки лома на текущее потребление в рублях за год рассчитывается по формуле (5):

$$C_{\text{тп}} = \sum_1^{12} p_{\text{л прогн}} \cdot q_{\text{л тп}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{тп}}$ – сумма покупки лома в месяц на текущее потребление, руб.;

$p_{\text{л прогн}}$ – средняя цена покупки лома в месяц, руб./т;

$q_{\text{л}}$ – объем покупки лома в месяц на текущее потребление, т.

5. В первый по рангу месяц предлагается покупка максимального объема лома для пополнения запаса, если это является возможным в рамках ограничений. Объем покупки фиксируется. Определяются затраты на формирование запаса по формуле 6:

$$C_{\text{зап}} = \sum_1^{12} p_{\text{л прогн}} \cdot q_{\text{л зап}}, \quad (6)$$

где $C_{\text{зап}}$ – сумма покупки лома в месяц на формирование запаса, руб.;

$q_{\text{л зап}}$ – объем покупки лома в месяц на формирование запаса, т.

6. Рассчитываются затраты на вывод из оборота денежных средств по ранее сформированным запасам, если таковые имели место в предыдущие месяцы, по формуле 7:

$$C_{\text{л выв}} = \left(\sum_1^{n-1} C_{\text{зап}} + \sum_1^{n-1} C_{\text{выв}} \right) \times \left(1 + \frac{j}{100\%} \right), \quad (7)$$

где $C_{\text{л выв}}$ – сумма затрат на вывод из оборота денежных средств по ранее сформированным запасам в определенный месяц, руб.

7. Рассчитываются затраты на вывод из оборота денежных средств по формуле 8:

$$C_{\text{выв}} = \sum_1^{11} C_{\text{л выв}}, \quad (8)$$

где $C_{\text{выв}}$ – сумма затрат на вывод из оборота денежных средств по ранее сформированным запасам, руб.

8. Определяются фиксированные затраты по хранению $C_{\text{хран}}$.

9. Суммированием показателей за год определяется сумма затрат на покупку лома в рублях в год по формуле (9):

$$C_{\text{общ}} = C_{\text{тп}} + C_{\text{зап}} + C_{\text{выв}} + C_{\text{хран}}. \quad (9)$$

В случае, если затраты на доставку лома не включены в цену покупки лома, к данной сумме прибавляется сумма транспортных затрат $C_{\text{трансп}}$.

Таким образом, определены ежемесячно планируемые объемы покупки лома (объемы покупки для текущего потребления и для пополнения запаса), при этом затраты, исходя из последовательной покупки лома в период наиболее низких цен в рамках ограничений, сведены к минимуму. Предполагается, что проблема, поставленная в начале данной статьи, может быть решена описанным способом.

Анализ полученных результатов

Практическая применимость разработанного методического подхода была исследована путем расчетов по данным, предоставленным ООО «ТМК ЧЕРМЕТ» – предприятием, с 2015 г. являющимся дочерним обществом ПАО «Трубная металлургическая компания» и выступающим единственным поставщиком лома черных металлов на заводы Российского дивизиона ТМК. Расчет осуществлялся по данным в 2015 г. и был направлен на исследование возможностей совершенствования системы обеспечения ломом АО «Волжский трубный завод» – крупнейшего завода по объемам выплавки стали среди российских заводов ТМК.

На первом этапе методического подхода – разработке модели прогнозирования цен на лом на рынке – нами был использован рассмотренный выше алгоритм выбора модели и прогнозирования показателя цен на лом на рынке. На данном этапе мы вы-

делили одну зависимую переменную – цены на лом на российском рынке, и с учетом ориентации производственных предприятий ТМК на годовое планирование определили в качестве периода упреждения один год ежемесячно. Временной ряд ретроспективных данных для формирования модели – средние взвешенные цены покупки лома вида 3А на российском рынке ежемесячно за период с 2010 по 2014 г. Необходимо обратить внимание, что более ранние данные не принимались во внимание ввиду перехода в отрасли на ценообразование без учета НДС, а также по причине отсутствия в используемых статистических базах данных достоверной информации относительно факторных признаков, которые будут рассмотрены в дальнейшем. Кроме того, количественные методы прогнозирования наиболее эффективны в стабильных условиях экономики. 2009 г., предшествующий исследуемому периоду, испытывал на себе влияние кризисных яв-

лений 2008 г., что, на наш взгляд, могло бы негативно отразиться на качестве прогноза.

Переходя ко второму этапу алгоритма – первоначальному выбору множества моделей прогнозирования на основе определяющих критериев, – необходимо отметить, что ряд таких моделей уже был выделен выше. Определим характеристики временного ряда и другие параметры согласно определяющим критериям для сужения данного множества.

Так как разработанный методический будет использоваться прежде всего для формирования годового графика покупки лома, необходимый период упреждения формируемого прогноза составляет 12 шагов. Таким образом, его можно отнести к категории среднесрочных прогнозов.

Изобразим исследуемый ряд графически на рис. 1. Для исследования данных здесь и в дальнейшем используется прикладной программный продукт Statistica 10.0.

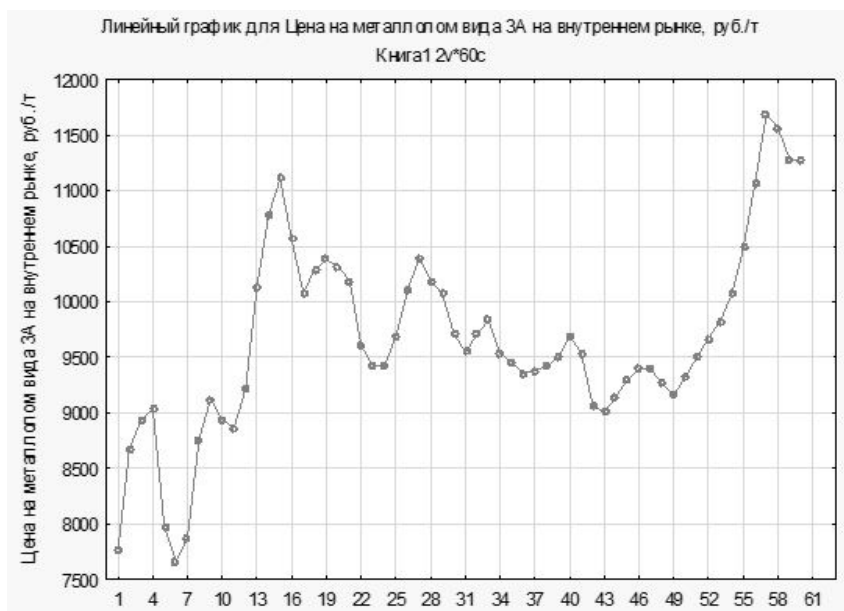


Рис. 1. Средние месячные цены на лом на российском рынке в 2010–2014 гг.

По данным ряда визуально определяется наличие восходящего тренда. С помощью инструмента модуля «Временные ряды и прогнозирование» из ряда была удалена трендовая составляющая. Циклическая и сезонная составляющие ряда определяются исходя из анализа автокорреляционной функции и частной автокорреляционной функции. Автокорреляционная коррелограмма и частная автокорреляционная кор-

релограмма с запаздыванием от $k = 1$ до $k = 15$ изображены на рис. 2, 3 соответственно.

Данные автокорреляционной коррелограммы и частной автокорреляционной коррелограммы показывают очень высокий уровень взаимосвязи показателей y_t и y_{t-1} ($R^2 = 0,85$). Частные автокорреляции других порядков не выходят за доверительные интервалы (за исключением второй), сле-

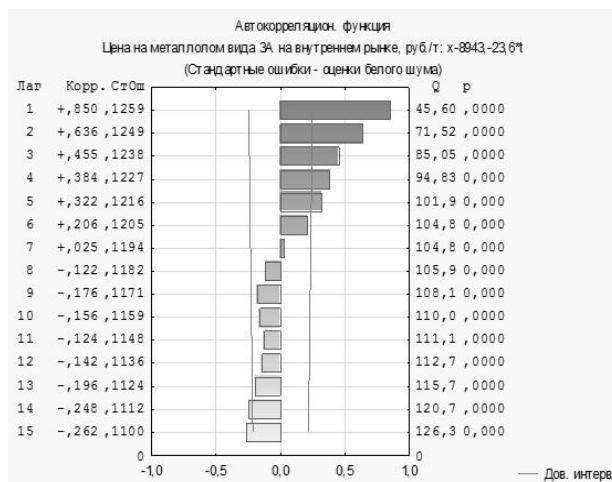


Рис. 2. Автокорреляционная коррелограмма по ценам на лом

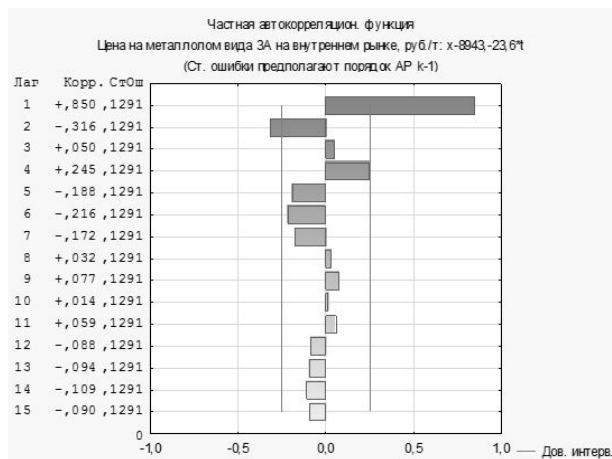


Рис. 3. Частная автокорреляционная коррелограмма по ценам на лом

довательно, в ряде отсутствует сезонная и циклическая составляющая.

Таким образом, при удалении трендовой составляющей и некоторых дополнительных преобразованиях мы можем привести ряд к стационарному виду.

Исходя из определенных характеристик временного ряда и других параметров, релевантными в нашем случае являются следующие модели прогнозирования: множественная регрессия, Бокса – Дженкинса (ARIMA), системы эконометрических уравнений.

По имеющимся данным [14] нами была сформирована следующая модель прогнозирования цен на лом на российском рынке, представленная формулой (10):

$$Y = 338,74 + 0,991\Pi_{\text{срт}} + 258,71R + 0,554V_{\text{мвн}+1} - 0,031\Pi_{\text{авн}} - 0,99V_{\text{эксп}}, \quad (10)$$

где Y – цена на металлолом вида 3А на внутреннем рынке, СРТ руб./т без НДС (средневзвешенная по поставкам ж/д и автотранспортом);

$\Pi_{\text{срт}}$ – цена на металлолом экспортная, СРТ Ростов-на-Дону, руб./т;

$\Pi_{\text{авн}}$ – цена на арматуру на внутреннем рынке, 10–32 мм, А500С, СРТ, руб./т с НДС;

$V_{\text{мвн}+1}$ – поставки металлолома на внутреннем рынке, тыс. т (ж/д и автотранспортом) с лагом 1 месяц;

$V_{\text{эксп}}$ – объем экспорта металлолома, тыс. т.

Далее нами был осуществлен прогноз цен на российском рынке в 2015 г. (данные приведены в табл. 2, 3).

На втором этапе методического подхода согласно алгоритму мы сформировали график покупки лома. Известными на данном этапе явились прогнозные цены покупки лома на рынке, средняя ставка по кредитам ООО «ТМК ЧЕРМЕТ» в 2015 г., сумма затрат на предпроектировочную подготовку, нормативный расходный коэффициент

лома на тонну стали, внутризаводское образование лома.

Исходя из внешних и внутренних условий для металлургического предприятия при покупке лома, выделим ряд следующих ограничений:

1. По минимальному значению для величины зимнего и страхового запаса лома. По данным прошлых периодов для величины страхового запаса, т. е. того запаса, минимальный уровень которого поддерживается, несмотря на сезон, значение составляет в среднем 50 % от месячного потребления (исходя из плановых показателей за 2010–2014 гг. – 42,375 тыс. т). Для величины зимнего запаса – в среднем 70 % от среднемесячного потребления на конец года (исходя из плановых показателей за 2010–2014 гг. – 59,325 тыс. т).

2. По максимальному объему доступных резервов лома, что обусловлено ограниченностью металлофонда и техническими возможностями поставщиков. Величина металлофонда на российском рынке составляет 1,7–1,8 млрд т [17]. По данным отчета по НИР «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина», «Исследование формирования металлофонда и балансов стального лома в региональном разрезе на период до 2020 года» годовое образование лома по всем видам источников в РФ составляет примерно 42 млн т, потребление – порядка 38 млн т, сальдо положительное – 4 млн т. Исходя из данных прошлых периодов, технические возможности поставщиков лома позволяют перерабатывать и отгружать в месяц более 3 млн т, максимальные объемы поставок с 2010 по 2014 г. составляли 2,3 млн т, потенциал увеличения отгрузки – 0,7 млн т в месяц. Таким образом, на рынке можно говорить о том, что дефицит лома не наблюдается, и данное ограничение в текущих условиях возможно не учитывать.

3. По максимальному объему покупки, который не окажет влияния на изменение

стоимости металлолома. Третье ограничение напрямую следует из второго, т. к., несмотря на достаточный объем металлофонда, экономическая целесообразность сбора лома в тот или иной период будет зависеть от уровня цен покупки металлургических предприятий. При интерпретации параметров прогностической модели (формула 10) можно сделать вывод о том, что прирост объема поставок металлолома на рынке на 1 тыс. т в среднем ведет к увеличению стоимости лома на 55 коп./тыс. т, таким образом не оказывая существенного влияния на среднюю цену покупки на рынке при росте потребностей отдельного металлургического предприятия в ломе на 10–20 тыс. т. Однако в определенный месяц в случае, если рост потребностей одного предприятия совпадет с ростом спроса со стороны других металлургических заводов и комбинатов, вероятно, что стимулирование объемов отгрузки будет осуществляться путем более интенсивного роста цен покупки. Здесь мы предлагаем определять «стандартный» для металлургического предприятия максимальный объем покупки, который не окажет влияния на изменение стоимости металлолома, как среднее объемов покупки за аналогичные прошлые периоды плюс стандартное отклонение по данному показателю.

3. По максимальном объеме складских запасов исходя из складских площадей. Известно, что на площади копрового цеха АО «ВТЗ» одновременно может храниться порядка 110 тыс. т лома.

Результаты расчета по поставке лома черных металлов на АО «ВТЗ» согласно алгоритму на 01.01.2015 приведены в табл. 2. Сравнение осуществляется между графиком покупки лома, фактически утвержденным на 2015 г. (вариант 1), и предлагаемым скорректированным графиком исходя из прогнозных цен (вариант 2). Представленные данные демонстрируют расчетную экономию от внедрения подхода на этапе прогнозирования и определения параметров системы обеспечения АО «ВТЗ» ломом черных металлов на этапе планирования на 2015 г.

В табл. 3 представлен аналогичный расчет исходя из фактических цен покупки лома АО «ВТЗ» в 2015 г. Расчет исходя из фактических объемов покупки лома не осуществлялся, т. к. фактические объемы покупки лома в 2015 г. существенно отличались от плановых, и зимний запас лома на АО «ВТЗ» на 01.01.2016 сформирован не был. Вследствие этого сравнение суммы затрат плановой и суммы затрат фактической мы сочли нецелесообразным.

Данные табл. 2 демонстрируют расчетную экономию в размере 52,9 млн руб. в год исходя из более рационального методического подхода к планированию показателей системы. По представленным в табл. 3 данным можно сделать вывод о том, что в случае, если объемы покупки лома в 2015 г. АО «ВТЗ» соответствовали плановым и были осуществлены по скорректированному графику, прогнозируемая экономия затрат на лом составила бы 53 млн руб.

Основные выводы

Таким образом, основным результатом исследования является формирование методического подхода к управлению системой обеспечения металлургических предприятий ломом черных металлов, целью которого является определение основных показателей системы в рамках заданного горизонта планирования для минимизации затрат на данный вид сырья. В процессе формирования было подробно рассмотрено содержание этапов предлагаемого методического подхода, в частности прогнозирования цен на лом и формирования графика покупки лома на планируемый период. Результаты расчета по данным АО «ВТЗ» продемонстрировали экономию прогнози-

Тихоновская И. Д.

Таблица 2
Сравнение графиков обеспечения производства АО «ВТЗ» ломом черных металлов в 2015 г. планового утвержденного (вариант 1) и планового по разработанному методическому подходу (вариант 2) исходя из прогнозных цен покупки

1	Показатель	дек.	январ.	фев.	мар.	апр.	май.	июн.	июл.	авг.	сен.	окт.	ноя.	дек.	Итого
		14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Общие данные	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Производство стали, тыс. т	-	78,8	70,6	78,7	76,2	78,8	76,2	78,7	79,0	62,7	65,4	76,2	78,7	900,0
	Необходимое количество лома для производства, тыс. т (расходный коэффициент 1,113)	-	87,7	78,6	87,6	84,8	87,7	84,8	87,6	87,9	69,8	72,8	84,8	87,6	1 001,7
	Внутризаводское образованные лома, тыс. т	-	13,4	12,0	13,4	13,0	13,4	13,0	13,4	13,4	10,7	11,1	13,0	13,4	153,0
	Цена на металлолом вида 3А на внутреннем рынке прогнозные, СРТ тыс. руб./т без НДС (р)	-	14,0	13,1	12,6	11,9	11,6	11,6	11,5	11,2	11,3	10,4	10,1	10,0	-
Вариант 1	План по покупке, тыс. т (Q)	-	50,6	64,9	72,2	73,7	75,2	74,7	77,2	78,1	78,3	78,8	76,3	75,1	875,0
	Закупка для нужд текущего производства, тыс. т	-	50,6	64,9	72,2	71,9	74,3	71,9	74,2	74,5	59,1	61,7	71,9	74,2	821,3
	Остаток на конец месяца, тыс. т	73,7	50,0	48,3	46,3	48,1	49,0	51,8	54,8	58,4	77,6	94,7	99,1	100,0	-
	Прирост по запасам за месяц, тыс. т	-	-23,7	-1,7	-2,0	1,8	0,9	2,8	3,0	3,6	19,2	17,1	4,4	0,9	26,3
	Затраты на закупку для текущего потребления, млн руб.	-	712,0	853,9	907,3	852,8	861,3	836,5	850,2	830,6	666,4	641,1	728,6	745,6	9 486,4
	Затраты на формирование запаса текущие, млн руб.	-	-	-	-	21,4	10,4	32,6	34,4	40,1	216,4	177,8	44,6	9,0	586,7
	Затраты на вывод из оборота денежных средств по ранее сформированным запасам, млн руб. (C _{авт})	-	-	-	-	-	0,2	0,4	0,7	1,1	1,6	4,0	6,0	6,5	20,4
	Итого затраты, млн руб. (C _{общ})	-	712,0	853,9	907,3	874,2	871,9	869,4	885,3	871,9	884,4	822,8	779,2	761,1	10 093,5

Методический подход к управлению системой обеспечения металлургических предприятий ломом черных металлов

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Вариант 2	Закупка для нужд текущего производства, тыс. т	-	58,6	50,9	74,2	71,9	74,3	71,9	74,2	74,5	59,1	61,7	71,9	74,2	817,4
	Ограничение 3 по максимальному объему покупки, тыс. т	-	53,8	53,9	100,4	89,5	96,6	89,5	70,8	80,7	90,8	93,5	84,5	88,0	992,0
	Прирост по запасам за месяц, тыс. т	-	-15,7	-15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,3	12,6	13,7	26,3
	Остаток на конец месяца, тыс. т	73,7	58,0	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	73,7	86,3	100,0	-
	План по покупке, тыс. т (Q)	-	58,6	50,9	74,2	71,9	74,3	71,9	74,2	74,5	59,1	93,0	84,5	88,0	875,0
	Затраты на закупку для текущего потребления, млн руб.	-	825,2	670,0	932,4	852,8	861,3	836,5	850,2	830,6	666,4	641,1	728,6	745,6	9 440,9
	Затраты на пополнение запаса текущие, млн руб.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325,3	127,8	138,0	591,0
	Затраты на вывод из оборота денежных средств по ранее сформированным запасам, млн руб. ($C_{\text{выб}}$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6	5,1	8,7
	Итого затраты, млн руб. ($C_{\text{общ}}$)	-	825,2	670,0	932,4	852,8	861,3	836,5	850,2	830,6	666,4	966,3	860,0	888,7	10 040,6
	Расчетная величина экономии затрат, млн руб.	-	-113,2	183,9	-25,1	21,4	10,7	33,0	35,1	41,2	218,0	-143,5	-80,8	-127,5	52,9

Тихоновская И. Д.

Таблица 3
Сравнение графиков обеспечения производства АО «ВТЗ» ломом черных металлов в 2015 г. планового утвержденного (вариант 1) и планового по разрабатанному методическому подходу (вариант 2) исходя из фактических цен покупки

1	Показатель	дек.	январ.	фев.	мар.	апр.	май.	июн.	июл.	авг.	сент.	окт.	ноя.	дек.	Итого
		14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Общие данные	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Производство стали, тыс. т	-	78,8	70,6	78,7	76,2	78,8	76,2	78,7	79,0	62,7	65,4	76,2	78,7	900,0
	Необходимое количество лома для производства, тыс. т (расходный коэффициент 1,113)	-	87,7	78,6	87,6	84,8	87,7	84,8	87,6	87,9	69,8	72,8	84,8	87,6	1 001,7
	Внутризаводское образование лома, тыс. т	-	13,4	12,0	13,4	13,0	13,4	13,0	13,4	13,4	10,7	11,1	13,0	13,4	153,0
	Цена на металлолом вида 3А на внутреннем рынке прогнозные, СРТ тыс. руб./т без НДС (р)	-	12,4	13,4	13,9	13,1	11,2	11,1	11,3	11,6	11,6	11,6	10,9	9,9	-
	План по покупке, тыс. т (Q)	-	50,6	64,9	72,2	73,7	75,2	74,7	77,2	78,1	78,3	78,8	76,3	75,1	875,0
	Закупка для нужд текущего производства, тыс. т	-	50,6	64,9	72,2	71,9	74,3	71,9	74,2	74,5	59,1	61,7	71,9	74,2	821,3
	Остаток на конец месяца, тыс. т	73,7	50,0	48,3	46,3	48,1	49,0	51,8	54,8	58,4	77,6	94,7	99,1	100,0	-
	Прирост по запасам за месяц, тыс. т	-	-23,7	-1,7	-2,0	1,8	0,9	2,8	3,0	3,6	19,2	17,1	4,4	0,9	26,3
	Затраты на закупку для текущего потребления, млн руб.	-	630,9	869,7	999,8	945,3	832,8	797,9	837,7	863,0	688,1	717,4	781,1	737,7	9 701,3
Вариант 1	Затраты на формирование запаса текущие, млн руб.	-	-	-	-	23,7	10,1	31,1	33,9	41,7	223,5	198,9	47,8	8,9	619,6
	Затраты на вывод из оборота денежных средств по ранее сформированным запасам, млн руб. (C _{наб})	-	-	-	-	-	0,3	0,4	0,7	1,1	1,6	4,1	6,3	6,9	21,3
	Итого затраты, млн руб. (C _{общ})	-	630,9	869,7	999,8	968,9	843,1	829,3	872,3	905,8	913,2	920,4	835,2	753,5	10 342,2

Методический подход к управлению системой обеспечения металлургических предприятий ломом черных металлов

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Вариант 2	Закупка для нужд текущего производства, тыс. т	-	58,6	50,9	74,2	71,9	74,3	71,9	74,2	74,5	59,1	61,7	71,9	74,2	817,4
	Ограничение 3 по максимальному объему покупки, тыс. т	-	53,8	53,9	100,4	89,5	96,6	89,5	70,8	80,7	90,8	93,5	84,5	88,0	992,0
	Прирост по запасам за месяц, тыс. т	-	-15,7	-15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,3	12,6	13,7	26,3
	Остаток на конец месяца, тыс. т	73,7	58,0	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	73,7	86,3	100,0	-
	План по покупке, тыс. т (Q)	-	58,6	50,9	74,2	71,9	74,3	71,9	74,2	74,5	59,1	93,0	84,5	88,0	875,0
	Заплаты на закупку для текущего потребления, млн руб.	-	731,2	682,4	1 027,5	945,3	832,8	797,9	837,7	863,0	688,1	717,4	781,1	737,7	9 642,1
	Заплаты на пополнение запаса текущие, млн руб.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	364,0	137,0	136,5	637,5
	Заплаты на вывод из оборота денежных средств по ранее сформированным запасам, млн. руб. (C _{авн})	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	5,6	9,7
	Итого заплаты, млн. руб. (C _{общ})	-	731,2	682,4	1 027,5	945,3	832,8	797,9	837,7	863,0	688,1	1 081,4	922,1	879,9	10 289,2
	Расчетная величина экономии затрат, млн руб.	-	-100,3	187,3	-27,7	23,7	10,3	31,5	34,6	42,8	225,0	-161,0	-86,9	-126,4	53,0

руемых затрат на покупку лома при использовании методического подхода в размере 53 млн руб.

При этом необходимо отметить, что система обеспечения металлургических предприятия ломом черных металлов предприятия непрерывно находится под воздействием факторов внешней и внутренней среды. В течение года их развитие может отклониться от запланированного, в связи с чем необходимо сформировать алгоритм

непрерывного анализа текущей ситуации и корректировки полученных в процессе реализации методического подхода показателей, повышая тем самым адаптивность системы к незапланированным изменениям в условиях деятельности. Перспективы исследования связаны с разработкой организационно-методических аспектов, касающихся анализа и контроля фактических показателей системы с помощью статистических методов.

Список использованных источников

1. Крюкова Е.М. Управление процессом покупки и реализации лома черных металлов на основе прогнозирования цен : дисс. ... канд. экон. наук. М., 2011. 172 с.
2. Семченко К.А. Управление ресурсообеспечением металлургических комплексов вторичным сырьем : дисс. ... канд. экон. наук. Челябинск, 2012. 206 с.
3. Файзуллин Р.В. Управление контрактными отношениями на рынке лома черных металлов : автореф. дисс. ... канд. экон. наук. Ижевск, 2010. 24 с.
4. Лыкошев Д.Н. Согласование стратегических интересов металлургических предприятий и их потребителей : дисс. ... канд. экон. наук. Екатеринбург, 2008. 155 с.
5. Удальцова Н.Л. Организационно-экономический механизм функционирования сферы переработки вторичного сырья: на примере лома и отходов черных металлов : автореф. дисс. ... канд. экон. наук. М., 2012. 26 с.
6. Li P., Kir R. Modeling scrap sourcing decisions given uncertain demand // Proceedings of the Technical Sessions Presented by the TMS Aluminium Committee: Collection of Materials. San Francisco, CA, 2005. P. 699–705.
7. Lis T. Optimization of metal charge material for electric arc furnace // Metallurgija. 2011. No 4 (50). P. 219–222.
8. Гаджинский А.М. Логистика : учебник для бакалавров. 21-е изд. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. 420 с.
9. Стерлигова А. Н. Управление запасами в цепях поставок : учебник. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. 430 с.
10. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 306 с.
11. Damuth R. J. Estimating the Price Elasticity of Ferrous Scrap Supply. URL: <http://www.isri.org/news-publications/economic-impact#.V4doIV6Aakg> (дата обращения: 11.07.2016).
12. Басовский Л.Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка : учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2007. 260 с.
13. Колемаев В.А. Эконометрика : учебник. М.: ИНФРА-М, 2004. 160 с.
14. Тихоновская И.Д. Прогнозирование цен на лом черных металлов как ключевого фактора системы ресур-

- сообеспечения металлургического предприятия // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2016. Том 15, № 1. С. 97–116.
15. Белик И.С., Латфуллин Р.Р. Влияние структурных изменений в металлургических холдингах на систему управления запасами // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2015. Том 14, № 6. С. 885–899.
16. Кудлаева А.Р. Ресурсное обеспечение программы производства на промышленном предприятии : дисс. ... канд. экон. наук. Уфа, 2007. 149 с.
17. Козлов Г.И., Макаров Л.П. Определение металлофонда России и потенциальных ресурсов амортизационного лома // Вторичные металлы. 2010. № 6. С. 43–45.

Tikhonovskaya I.D.

Ural Federal University

*named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia*

A METHODOICAL APPROACH TO THE MANAGEMENT OF FERROUS SCRAP SUPPLY SYSTEM OF METALLURGICAL ENTERPRISES

Abstract. The article considers the formation of a methodical approach to the management of the ferrous scrap supply system at Russian metallurgical enterprises. The aim of the approach is to determine system indicators: scrap purchase prices of a specific metallurgical enterprise for the period, the purchase volume of scrap during that period, the cost of pre-production preparation, transportation costs, and alternative costs (costs of withdrawing cash from circulation as it gets “frozen” in the stockpiles of scrap), within the given planning horizon. The content of the organizational and methodical aspects of the following approach stages in the process of formation are reviewed: 1) elaboration of a model for predicting the price for scrap of a metallurgical enterprise with consideration of the influence of the external environment, and 2) development of an algorithm for determining the purchase volume of ferrous scrap, including the purchase for current consumption and inventories replenishment, using price forecasts for planning purposes. A criterion of the feasibility of implementing the developed approach is an improvement of the performance of the system that shows in decreased costs for ferrous scrap when compared to the result of the existing approaches to system management. The practical applicability of the approach is investigated by performing calculations based on scrap supplies for JSC «VTZ» on the basis of actual scrap purchase prices in 2015. The calculations concluded that the company could have saved RUB 53m, had it purchased scrap on the proposed adjusted schedule, assuming the completion of its production plans for 2015.

Key words: system; metallurgical enterprise; methodical approach; planning; ferrous scrap; forecasting model; inventory management; cost control; constraint; external environment.

References

1. Kriukova, E.M. (2011). *Upravlenie protsessom pokupki i realizatsii loma chernykh metallov na osnove prognozirovaniia tsen [Management of the purchase and sale of ferrous scrap metal on the basis of price forecasting]*. PhD dissertation (Economics), Moscow.
2. Semchenko, K.A. (2012). *Upravlenie resursoobespecheniem metallurgicheskikh kompleksov vtorichnym syr'em [Management of metal scrap sourcing at metallurgical clusters]*. PhD dissertation (Economics), Chelyabinsk.
3. Faizullin, R.V. (2010). *Upravlenie kontraktnymi otnosheniyami na rynke loma chernykh metallov [Management of contractual relations in the ferrous scrap metal market]*. Abstract for PhD dissertation (Economics), Izhevsk.
4. Lykoshev, D.N. (2008). *Soglasovanie strategicheskikh interesov metallurgicheskikh predpriyatii i ikh potrebiteli [Alignment of strategic interests of steel making companies and their consumers]*. PhD dissertation (Economics), Ekaterinburg.
5. Udal'tsova, N.L. (2012). *Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm funktsionirovaniia sfery pererabotki vtorichnogo syr'ia: na primere loma i otkhodov chernykh metallov [Organizational and economic arrangements in the ferrous scrap metal recycling sector]*. Abstract for PhD dissertation (Economics), Moscow.
6. Li, P., Kir, R. (2005). Modeling scrap sourcing decisions given uncertain demand. *Proceedings of the Technical Sessions Presented by the TMS Aluminium Committee: Collection of Materials*. San Francisco, CA, 699–705.
7. Lis, T. (2011). Optimization of metal charge material for electric arc furnace. *Metallurgiya*, No 4 (50), 219–222.
8. Gadzhinskii, A.M. (2013). *Logistika [Logistics]*. Moscow, Dashkov&Co.
9. Sterligova, A. N. (2016). *Upravlenie zapasami v tsepiakh postavok [Inventory management in supply chains]*. Moscow, NITs INFRA-M.
10. Schreibfeder, J. (2010). *Achieving Effective Inventory Management*. Effective Inventory Management.
11. Damuth R.J. Estimating the Price Elasticity of Ferrous Scrap Supply. URL: <http://www.isri.org/news-publications/economic-impact#.V4doIV6Aakg> (Last retrieved: 11.07.2016).
12. Basovskii, L.E. (2014). *Prognozirovanie i planirovanie v usloviakh rynka [Forecasting and planning in market conditions]*. Moscow, INFRA-M.
13. Kolemaev, V.A. (2004). *Ekonometrika [Econometrics]*. Moscow, INFRA-M.
14. Tikhonovskaya, I.D. (2016). Prognozirovanie tsen na lom chernykh metallov kak kliuchevogo faktora sistemy resursoobespecheniia metallurgicheskogo predpriiatiia. (Forecasting the prices for ferrous scrap as a key factor of the resourcing system of metallurgical enterprise). *Vestnik UrFU. Seriya ekonomika i upravlenie (Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management)*, Vol. 15, No 1, 97–116.
15. Belik, I.S., Latfullin, R.R. (2015). Vliianie strukturnykh izmenenii v metallurgicheskikh kholdingakh na sistemu upravleniia zapasami (The

- influence of structural change in metallurgical holding on the inventory management system) // *Vestnik UrFU. Seriya ekonomika i upravlenie (Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management)*, Vol. 14, No 6, 885–899.
16. Kudlaeva, A.R. (2007). *Resursnoe obespechenie programmy proizvodstva na promyshlennom predpriatii* [Resource provision for the production programme at an industrial company]. PhD dissertation (Economics), Ufa.
17. Kozlov, G.I., Makarov, L.P. (2010). Problemy opredeleniia metallofonda Rossii i potentsial'nykh resursov amortizatsionnogo loma [The issues of sizing up the metal stocks of Russia and the potential reserves of obsolete scrap]. *Vtorichnye metally* [Scrap metals], No 5, 44–46.

Information about the author

Tikhonovskaya Irina Dmitrievna – Post-Graduate Student, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); e-mail: TikhonovskayaID@yandex.ru.